

550627

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 10 月 7 日 (07.10.2004)

PCT

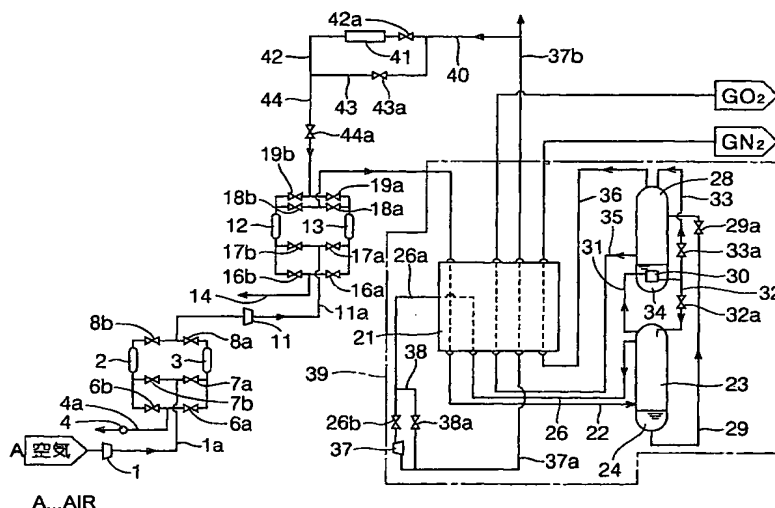
(10) 国際公開番号
WO 2004/085941 A1

- (51) 国際特許分類: F25J 3/04 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004145 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 青木 弘 (AOKI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒5420083 大阪府大阪市中央区東心斎橋 1 丁目 2 0 番 1 6 号 エア・ウォーター株式会社 本社内 Osaka (JP). 吉野 明 (YOSHINO, Akira) [JP/JP]; 〒5420083 大阪府大阪市中央区東心斎橋 1 丁目 2 0 番 1 6 号 エア・ウォーター株式会社 本社内 Osaka (JP).
(22) 国際出願日: 2004 年 3 月 25 日 (25.03.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2003-086052 2003 年 3 月 26 日 (26.03.2003) JP
特願2004-002877 2004 年 1 月 8 日 (08.01.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): エア・ウォーター株式会社 (AIR WATER INC.) [JP/JP]; 〒0600003 北海道札幌市中央区北 3 条西 1 丁目 2 番地 Hokkaido (JP). (74) 代理人: 西藤 征彦 (SAITOH, Yukihiro); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町 2 丁目 2 番 7 号 シティ・コーポ南森町 8 0 2 Osaka (JP). (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: AIR SEPARATOR

(54) 発明の名称: 空気分離装置



A...AIR

(57) Abstract: An air separator with which oxygen gas can be produced in an energy-saving manner and that enables a device to be remarkably downsized. The air separator has an air compressor (1) for taking in air from the outside and compressing it, first adsorption columns (2, 3) for condensing oxygen gas that is contained in the air compressed by the air compressor (1), an oxygen/air compressor (11) for further compressing high-density oxygen gas-containing compressed air (X) came through the first adsorption columns (2, 3), a main heat exchanger (21) for cooling a high-density oxygen-containing compressed air (Y) came through the oxygen/air compressor (11), and high-pressure rectification column (23) and a low-pressure rectification column (28) that are used for taking out oxygen gas by decomposing, using differences in boiling points of component gases, the high-density oxygen-containing compressed air (Y) having been cooled to a lower temperature through the main heat exchanger (21).

(57) 要約: 酸素ガスを省エネルギーで製造することができ、装置を著しく小形化できる空気分離装置を提供するものである。外部より空気を取り入れて圧縮する空気圧縮機 (1) と、この空気圧縮機 (1) によって圧縮された圧縮空気中の酸素ガスを濃縮する第 1 吸着塔 (2), (3) と、この第 1 吸着塔 (2), (3) を経た高濃度酸素含有圧縮空気 (X) をさらに圧縮する酸素空気

[続葉有]

WO 2004/085941 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

圧縮機(11)と、この酸素空気圧縮機(11)を経た高濃度酸素含有圧縮空気(Y)を冷却する主熱交換器(21)と、この主熱交換器(21)を経由し低温に冷却された高濃度酸素含有圧縮空気(Y)を各成分ガスの沸点差を利用して分離し酸素ガスを取り出す高圧精留塔(23)、低圧精留塔(28)とを備えている。

明細書

空気分離装置

技術分野

本発明は、酸素ガスを省エネルギーで製造することができ、装置を著しく小形化できる空気分離装置に関するものである。

背景技術

一般に、窒素ガス (GN_2)、酸素ガス (GO_2)、アルゴン (Ar) 等は、図6に示すように、空気を原料とし、これを空気圧縮機61で圧縮したのち、吸着塔62に入れて圧縮空気中の水 (H_2O)、炭酸ガス (CO_2) および炭化水素ガス (C_nM_m) を吸着除去し、さらに、コールドボックス63内の主熱交換器 (図示せず) を通して冷媒と熱交換させて超低温に冷却し、つぎに、精留塔 (図示せず) 内で深冷分離して製品ガス (窒素ガス、酸素ガス等) を製造し、これを上記主熱交換器を通して常温近くまで昇温させるという工程を経て製造されている。また、コールドボックス63から取り出される廃ガスは、吸着塔62の再生用として利用されている (例えば、特開平8-261644号公報を参照)。図6において、64は再生・排気用のヒーターである。

このような空気分離装置では、空気圧縮機61として、通常、吐出圧力が $5\text{ kg/cm}^2\text{ G}$ [0.5 MPa G (ゲージ圧)] 程度の空気圧縮機61が使用されているが、この空気圧縮機61を用いて $10,000\text{ m}^3/\text{h}$ (Normal) の酸素ガスを製造しようとする、これに必要な空気量は、空気の各成分ガスの成分割合 (体積%) が、酸素20.9% : 窒素78.1% : アルゴン0.9% であるため、酸素ガスの回収効率を97%とすると、理論上では、 $\text{空気量} = (10,000 \div 0.209) \div 0.97$ で算出され、約 $50,000\text{ m}^3/\text{h}$ (Normal) の空気量が必要となる。このため、上記必要な空気量に見合う吸着塔62、主熱交換器、精留塔等を使用する必要があり、装置全体が大掛かりになっている。しかも、 $10,000\text{ m}^3/\text{h}$ (Normal) の酸素ガスを製造する

場合、これに必要な空気圧縮機 61 の圧縮動力（この圧縮動力は、通常、上記必要な空気量の数値に約 0.09 を乗じた値とされている）が 4500 kW 程度であり、吸着塔 62 の再生・排気用のヒーター 64 の駆動動力が 500 kW 程度であるため、合計 5000 kW 程度の大きな動力を必要とし、酸素ガスの製造に多大なエネルギーを要している。

本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、酸素ガスを省エネルギーで製造することができ、深冷分離機構（コールドボックスおよびその内部機器）等を大幅に小形化できる空気分離装置の提供をその目的とする。

発明の開示

上記の目的を達成するため、本発明の空気分離装置は、外部より空気を取り入れて低圧で圧縮する空気圧縮手段と、この空気圧縮手段によって圧縮された圧縮空気中の酸素ガスを濃縮する酸素濃縮手段と、この酸素濃縮手段を経た高濃度酸素含有圧縮空気 X をさらに圧縮する酸素空気圧縮手段と、この酸素空気圧縮手段を経た高濃度酸素含有圧縮空気 Y を冷却する熱交換器と、この熱交換器を経由し低温に冷却された高濃度酸素含有圧縮空気 Y を各成分ガスの沸点差を利用して分離し酸素ガスを取り出す精留塔とを備えたという構成をとる。

すなわち、本発明の空気分離装置は、空気圧縮手段により原料空気を低圧力に圧縮し、この空気圧縮手段に続いて、その圧縮空気中の酸素ガスを濃縮する酸素濃縮手段を設け、原料空気中の酸素濃度を高め、これを、酸素空気圧縮手段、熱交換器を経由して精留塔に供給している。そのため、同一量の酸素ガス等を製造する場合、大幅なエネルギーの節約ができるとともに、酸素濃縮手段以降の各手段の流通流量の大幅な低減を実現することにより、それらを従来のものの半分以上に小形化でき、結果的に装置全体の著しい小形化を達成することができる。ここで、上記低圧とは、酸素空気圧縮手段による圧縮圧力よりも小さいことをいい、通常は、酸素空気圧縮手段の圧縮圧力の $1/3$ 以下、好適には $1/5$ 以下、より好適には $1/10$ 以下のことをいう。

また、上記酸素濃縮手段を、圧縮空気中の窒素ガスを吸着する吸着剤を収容する吸着塔とし、上記吸着剤で圧縮空気中の水分等の不純物をも除去するようにし

た場合には、上記吸着塔の吸着剤の作用により圧縮空気中の酸素ガスを濃縮させることができるうえ、圧縮空気中の水分をも除去できるため、酸素濃縮手段に続く酸素空気圧縮手段で圧縮する対象は、より乾燥したものとなり、圧縮動力をより減少させることができる。

また、酸素空気圧縮手段と熱交換器との間に、高濃度酸素含有圧縮空気Y中の不純物を除去する除去手段を設けたときは、上記高濃度酸素含有圧縮空気Y中に、微量残存する炭化水素、水分、NO_x等を除去することができ、原料空気として海岸沿いの空気（ナトリウムイオン多い）または道路沿いの空気（自動車排ガス多い）等、質の悪い空気も利用できるようになる。

また、酸素濃縮手段を経た高濃度酸素含有圧縮空気Xを酸素空気圧縮手段に導入する導入路に、空気圧縮手段によって圧縮された圧縮空気の一部を、酸素濃縮手段を経由させることなく、直接供給するようにした場合には、空気圧縮手段を経たのち上記導入路に直接供給される圧縮空気の一部と、空気圧縮手段を経たのち酸素濃縮手段に導入されここで高濃度酸素含有圧縮空気Xとなって上記導入路に供給される圧縮空気の残部とを、上記導入路で合流させ、これにより、高濃度酸素含有圧縮空気X中の酸素濃度を薄めることができるため、酸素製造量を少なくしたいときには、上記導入路に直接供給する圧縮空気量を調整することで、対応することができるようになる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の空気分離装置の一実施の形態を示す構成図であり、第2図は、本発明の空気分離装置の他の実施の形態を示す構成図であり、第3図は、本発明の空気分離装置のさらに他の実施の形態を示す構成図であり、第4図は、本発明の空気分離装置のさらに他の実施の形態を示す構成図であり、第5図は、本発明の空気分離装置のさらに他の実施の形態を示す構成図であり、第6図は、従来例を示す構成図である。

発明を実施するための最良の形態

図1は本発明の空気分離装置の一実施の形態を示している。図において、1は

大気を取り込んで圧縮する空気圧縮機（空気圧縮手段）であり、その吐出圧力は、 $0.1 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ [0.01 MPa G （ゲージ圧）] 程度の低圧に設定されている。1 a は空気圧縮機 1 を経た圧縮空気を第 1 吸着塔 2, 3 に送給する第 1 送給パイプである。第 1 吸着塔（酸素濃縮手段）2, 3 は、内部に、上流側がシリカゲル等の吸着剤が充填され、下流側に当出願人が開発したモレキュラーシーブス製吸着剤（エア・ウォーター社製 AW0203）が充填されている。この第 1 吸着塔 2, 3 は、2 個一対となっていて吸着・再生を交互に切換え運転する。この実施の形態では、第 1 吸着塔 2, 3 の吸着剤の作用（窒素ガス吸着作用）により、空気圧縮機 1 を経た低圧の圧縮空気中の各成分ガスの成分割合（体積％）を、例えば、酸素ガス 50％：窒素ガス 47.5％：アルゴンガス 2.5％程度にし、圧縮空気中の酸素ガスの濃度を 20.9 体積％から 50 体積％に濃縮している。第 1 吸着塔 2, 3 は、上記の濃縮と同時に吸着剤の作用により圧縮空気中の水 (H_2O)、炭酸ガス (CO_2) および炭化水素ガス (C_nH_m) 等を吸着除去する。4 は第 1 吸着塔 2, 3 の再生・排気用の真空ポンプであり、4 a は第 1 放出パイプで、第 1 吸着塔 2, 3 の吸着剤に吸着された廃ガスを大気に放出し吸着剤を再生する作用をする。このように、第 1 吸着塔 2, 3 およびその開閉弁 6 a, 6 b, 8 a, 8 b 付きのパイプ路ならびに真空ポンプ 4 からなる系は、VSA（バキュームスイングアブソプド）、膜分離となっていて一方の第 1 吸着塔 2（3）が吸着作動しているときは、他方の第 1 吸着塔 3（2）は真空ポンプ 4 の真空吸引により再生されている。なお、上記空気圧縮機 1 と第 1 吸着塔 2, 3 との間には、空気圧縮機 1 により圧縮された圧縮空気中の水分を除去する水分離器（図示せず）、場合により、この水分離器を経た圧縮空気を冷却するフロン冷却器（図示せず）が設けられている。また、この実施の形態では、上記の系は VSA となっているが、PSA（プレッシャースイングアブソプド）、TSA（サーマルスイングアブソプド）の膜分離であってもよい。図において、6 a, 6 b, 7 a, 7 b, 8 a, 8 b は第 1 吸着塔 2, 3 を交互に吸着・再生運転させるための開閉弁である。

11 は第 1 吸着塔 2, 3 を経た高濃度酸素含有圧縮空気 X をさらに圧縮する小形の酸素空気圧縮機（流通する気体が従来のものの 1/2 以下になるため、1/

2以下の小形サイズで足りる)〔酸素空気圧縮手段〕である。この実施の形態では、上記酸素空気圧縮機11として、高濃度酸素含有圧縮空気Xをさらに圧縮する小形の酸素空気圧縮機(オイルレスのセントリフューガルコンプレッサー:吐出圧力 $5\text{ kg/cm}^2\text{ G}$ 〔 0.5 MPa G (ゲージ圧)〕程度の酸素空気圧縮機)が用いられている。この酸素空気圧縮機11は、高濃度酸素含有圧縮空気Xをさらに圧縮する際の爆発を防ぐため、オイルレス等の機構となっている。11aは酸素空気圧縮機11を経た高濃度酸素含有圧縮空気Yを第2吸着塔12, 13に送気する第2送給パイプである。12, 13は内部に、市販モレキュラーシーブ等の吸着剤が充填され、交互に吸着・再生を行う2個1組の小形の第2吸着塔(従来のものの1/2以下の小形のサイズになっている)であり、酸素空気圧縮機11によりさらに圧縮された高濃度酸素含有圧縮空気Y中に微量残存する水、炭酸ガス、 C_nM_m および NO_x 等を吸着除去する作用をする。14は第2放出口パイプで、第2吸着塔12, 13で再生作用を終えた廃ガスを大気に放出する作用をする。この第2吸着塔12, 13および開閉弁16a, 16b, 19a, 19b付きのパイプ路からなる系は、TSAとなっている。図において、16a, 16b, 17a, 17b, 18a, 18b, 19a, 19bは第2吸着塔12, 13を交互に吸着・再生運転させるための開閉弁である。

21は主熱交換器で、プレートフィン型のもの等からなり、第2吸着塔12, 13により、微量の水および炭酸ガス等が吸着除去された高濃度酸素含有圧縮空気Yを超低温に冷却する。この主熱交換器21も、従来のものの1/2の流通気体の処理量となることから、約1/2以下の小形のサイズになる。22は主熱交換器21により超低温に冷却された高濃度酸素含有圧縮空気Yを高圧精留塔23の下部に送り込む供給パイプである。この高圧精留塔(棚段式またはパッキン式)23も、流通する気体が従来の1/2以下になることから、1/2以下の能力でよくなり、1/2以下のサイズになる。上記高圧精留塔23の内部では、供給パイプ22から送り込まれた高濃度酸素含有圧縮空気Yのうち、液体の高濃度酸素含有液体空気24が底部に溜まり、窒素ガスが上部に上昇する。上部に上昇する窒素ガスは、その一部が第1還流用パイプ31を経由して低圧精留塔28下部の凝縮器(コンデンサー)30に導入され、残部が窒素ガス取出パイプ2

6を経由し膨脹タービン37の駆動ガスとなる。そして、凝縮器30に導入された窒素ガスは、そこで液化されて液体窒素となり、第2還流用パイプ32を経て高圧精留塔23の上部に還流液として戻り、高圧精留塔23内を下方に流下し、下方から上昇してくる気体の高濃度酸素含有圧縮空気Yと向流的に接触し、高濃度酸素含有圧縮空気Yの高沸点成分ガス（酸素ガス）を液化し流下させる。このため、底部に溜まる液体の高濃度酸素含有液体空気24はさらに酸素リッチになり、低沸点成分ガス（窒素ガス）は高圧精留塔23の上部に向かって上昇する。窒素ガス取出パイプ26から取出された窒素ガスは、主熱交換器21に送られ、この主熱交換器21を通過する圧縮空気を冷却したのち、第1連結パイプ26aを経由して膨脹タービン37に供給され、先に述べたように、膨脹タービン37の駆動源となり寒冷を発生する。38は開閉弁38a付き迂回路である。すなわち、窒素ガス取出パイプ26、開閉弁26b付き第1連結パイプ26aを経て膨脹タービン37に導入された窒素ガスは、内部で膨脹し、熱力学的外部仕事を行うことにより著しく低温になって装置に必要な寒冷量を発生し、その状態で第2連結パイプ37aを経由して主熱交換器21に入り、ここで原料空気と熱交換して発生寒冷を原料空気に付与し、それ自身は常温となり、その大部分は、廃ガスとして放出パイプ37bを経由して放出され、一部が分岐パイプ40を経由して第2吸着塔12、13の吸着剤の再生ガスとなる。この分岐パイプ40は、導入された窒素ガスを、ヒータ41を有する第1パイプ42もしくは、ヒータなしの第2パイプ43に供給する作用をする。44は第3パイプであり、第1パイプ42もしくは第2パイプ43を経た窒素ガスを第2吸着塔12、13に吸着剤再生用ガスとして供給する作用をする。

28は高圧精留塔23の上方に設けられた低圧精留塔（棚段式またはパッキンカラム式）であり、高圧精留塔23の底部に溜まる液体の高濃度酸素含有液体空気24が膨脹弁29a付き送給パイプ29を経て送り込まれる。この低圧精留塔28には、その底部に凝縮器30が設けられており、そこに、高圧精留塔23から取り出された窒素ガスの一部が第1還流用パイプ31を介して導入される。この窒素ガスは、低圧精留塔28の底部に溜まる液体酸素（ LO_2 ：純度99.7体積%程度）34を加温して液体酸素34を気化させる働きをし、それ自身は液

体酸素 3 4 の冷熱によって液化し、その一部が、先に述べたように、流量調整弁 3 2 a 付き第 2 還流用パイプ 3 2 を通って高圧精留塔 2 3 の上部に還流し還流液となる。また、上記液体窒素 3 4 の残部は、流量調整弁 3 3 a 付き分岐パイプ 3 3 を通って低圧精留塔 2 8 の上部に導入され還流液となって低圧精留塔 2 8 内を流下し気液分離作用をする。3 5 は低圧精留塔 2 8 の下部側から延びる製品酸素ガス取出パイプであり、低圧精留塔 2 8 の底部に溜まる液体酸素 3 4 から気化した高純度の酸素ガスを取り出して主熱交換器 2 1 内に案内し、高濃度酸素含有圧縮空気 Y と熱交換させて常温にし製品酸素ガスとして装置外に送り出す作用をする。3 6 は低圧精留塔 2 8 の上部から延びる製品窒素ガス取出パイプであり、低圧精留塔 2 8 の上部に上昇してきた窒素ガスを取り出して主熱交換器 2 1 に送り、高濃度酸素含有圧縮空気 Y を冷却させるとともに、それ自身を常温に昇温させ製品窒素ガスとして装置外に送り出す作用をする。図において、3 9 はコールドボックスであり、内部に、低温断熱に用いられるパーライト等の断熱材（図示せず）が詰められている。なお、この実施の形態では、第 1 吸着塔 2, 3 のラインは、窒素ガス吸着により酸素を濃縮しているが、酸素ガスを吸着する吸着剤を用い、吸着剤に吸着され濃縮された酸素ガスを取り出すようにしてもよい。

この装置を用い、つぎのようにして窒素ガスおよび酸素ガスを製造することができる。すなわち、まず、空気圧縮機（空気圧縮手段）1 から外部の空気を取り入れ、ここで空気を低圧で圧縮し、水分離器（図示せず）により圧縮された空気中の水分を除去し、その状態で第 1 吸着塔（酸素濃縮手段）2, 3 に送り込み、圧縮空気中の窒素ガス、水分、炭酸ガスおよび炭化水素ガス（ $C_n H_m$ ）等を吸着除去する。これにより、圧縮空気中の酸素ガスを濃縮する。これが、本発明の最大の特徴である。ついで、第 1 吸着塔 2, 3 を経た高濃度酸素含有圧縮空気 X を酸素空気圧縮機（酸素空気圧縮手段）11 に導入し、この酸素空気圧縮機 11 により高濃度酸素含有圧縮空気 X をさらに圧縮し高濃度酸素含有圧縮空気 Y としたのち第 2 吸着塔 12, 13 に送り込み、高濃度酸素含有圧縮空気 Y 中の水、炭酸ガスおよび NO_x 等を吸着除去する。つぎに、水、炭酸ガスおよび NO_x 等が吸着除去された高濃度酸素含有圧縮空気 Y を主熱交換器 21 内に送り込んで超低温に冷却し、その状態で高圧精留塔 23 の下部に導入する。ついで、高圧精留塔

23内で、この高濃度酸素含有圧縮空気Yと、低圧精留塔28でつくられた還流液体とを向流接触させて圧縮空気を精留し、窒素と酸素の沸点の差（酸素の大気圧での沸点 -183°C 、同じく窒素の沸点 -196°C ）により、高濃度酸素含有圧縮空気Y中の高沸点成分である酸素を液化させ、窒素を気体とする。この窒素ガスを窒素ガス取出パイプ26から取り出して主熱交換器21に送り込んだのち、膨脹タービン37に供給し、ここで寒冷を発生させたのち、その大部分を装置外に放出し、一部を第2吸着塔12、13の再生ガスとする。

また、低圧精留塔28の上部に溜まった窒素ガスを製品窒素ガス取出パイプ36から取り出して主熱交換器21に送り込み、常温近くまで昇温させたのち、製品窒素ガスとして装置外に送り出す。他方、高圧精留塔23の底部に溜った液体の高濃度酸素含有液体空気24を送給パイプ29を経て低圧精留塔28に送り込み、窒素を気化除去した液体酸素34として低圧精留塔28の底部に溜め、低圧精留塔28底部の凝縮器30を通る窒素ガスと熱交換させて気化させる。この気化させた酸素ガスを製品酸素ガス取出パイプ35から取り出して主熱交換器21に送り込み常温近くまで昇温させたのち、製品酸素ガスとして装置外に送り出す。このようにして製品酸素ガスおよび窒素ガスが得られる。

上記実施の形態では、第1吸着塔2、3により、圧縮空気中の酸素ガスの濃度が20.9体積%から50体積%程度に濃縮されているため、 $10,000\text{ m}^3/\text{h}$ (Normal)の酸素ガスを製造するのに必要な空気量は、酸素ガスの回収効率を97%とすると、理論上では、 $\text{空気量} = (10,000 \div 0.500) \div 0.97$ で算出され、約 $20,600\text{ m}^3/\text{h}$ (Normal)の空気量であり、冒頭で述べた従来のものの41%程度に減少している。しかも、 $10,000\text{ m}^3/\text{h}$ (Normal)の酸素ガスを製造するのに必要な酸素空気圧縮機11の圧縮動力が2000kW程度にまで減少し、また、酸素空気圧縮機1の圧縮動力が300kW程度に、真空ポンプ4の駆動動力が900kW程度に、電気ヒータ41の電力量が200kW程度になると推測されるため、合計3400kWとなり、従来の70%程度に減少している。したがって、30%以上の省エネルギーを実現できる。

また、この実施の形態では、原料空気を圧縮する空気圧縮機1に続いて、その

圧縮空気中の酸素ガスを濃縮する第1吸着塔2, 3を設け、原料空気中の酸素濃度を高め、これを酸素空気圧縮機11, 主熱交換器21を経由して高压精留塔23, 低压精留塔28に供給している。そのため、酸素空気圧縮機11以降の、主熱交換器21, 両精留塔23, 28のような各機器の流通流量の大幅な低減を実現することにより、それらを従来のものの半分以下に小形化でき、結果的に装置全体の著しい小形化を達成することができる。

例えば、 $70,000\text{ m}^3/\text{h}$ (Normal) の酸素ガスを製造する場合、従来のものでは高压精留塔23の直径が7m (当社計算値) となり、これは工場で組立てて現地に運ぶのは輸送手段がないことから、やむなく現地で組立てざるを得なかったが、この実施の形態では、同量の酸素を製造する場合、精留塔を流通する気体が1/2以下となるため、上記精留塔の直径を約4.2mにすることができる。そのため、工場で組立て現地に運搬することが可能となり、大幅な省力化が可能となる。

図2は本発明の空気分離装置の他の実施の形態を示している。この実施の形態では、第2吸着塔12, 13を省いている。すなわち、第2吸着塔12, 13, 第2放出パイプ14, 開閉弁16a, 16b, 17a, 17b, 18a, 18b, 19a, 19b付きのパイプ路, 分岐パイプ40および第1～第3パイプ42～44を省いている。それ以外の部分は上記実施の形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。この実施の形態では、装置を、原料空気として清浄な空気を用いるような場所等に設置することにより、前記実施の形態と同様の効果を奏するうえ、装置の簡素化, 小形化を達成できる。

図3は本発明の空気分離装置のさらに他の実施の形態を示している。この実施の形態では、図2に示す実施の形態において、膨脹タービン37に代えて、装置外からタンクローリー等で液体酸素(LO_2)が供給される液体酸素貯槽(図示せず)を用い、その液体酸素を寒冷源としている以外は、実質的に図2に示す装置と同じである。図において、47は液体酸素貯槽からの液体酸素を、寒冷源として低压精留塔28の下部に導入する導入パイプであり、この導入パイプ47から導入された液体酸素が低压精留塔28の底部に流下し、この底部に溜まる液体酸素34に合流する。48は低压精留塔28から延びる排出用パイプであり、低

圧精留塔 28 の棚段（またはパッキンカラム）28a の上部に溜まる窒素ガス（廃 GN_2 ）を取り出して過冷却器 49 に導入し、この過冷却器 49 を経た廃窒素ガスを主熱交換器 21 内に案内し、高濃度酸素含有圧縮空気 Y を冷却したのち外部に放出する作用をする。上記過冷却器 49 は、その内部に、送給パイプ 29 内の高濃度酸素含有液体空気 24、分岐パイプ 33 内の液体窒素（還流液）、製品窒素ガス取出パイプ 36 内の製品窒素ガスおよび排出用パイプ 48 内の廃窒素ガスを通し、送給パイプ 29 内の高濃度酸素含有液体空気 24 を冷却する作用をする。50 は低圧精留塔 28 の底面から延びる液体酸素取出パイプであり、低圧精留塔 28 の底部に溜まる液体酸素を取り出して主熱交換器 21 内に案内し、高濃度酸素含有圧縮空気 Y を冷却させるとともに、それ自身を常温に昇温させ製品酸素ガスとして製品酸素ガス取出パイプ 35 に導入する作用をする。51 は製品窒素ガス取出パイプ 36 に設けた製品窒素ガス圧縮機であり、製品窒素ガス取出パイプ 36 内を通る製品窒素ガスを所定の圧力に昇圧する作用をする。52 は製品酸素ガス取出パイプ 35 に設けた第 1 製品酸素ガス圧縮機であり、製品酸素ガス取出パイプ 35 内を通る製品酸素ガスを所定の圧力に昇圧し低圧製品酸素ガス取出パイプ 53 に供給する作用をする。54 は第 2 製品酸素ガス圧縮機であり、第 1 製品酸素ガス圧縮機 52 を経た製品酸素ガスをさらに昇圧し高圧製品酸素ガス取出パイプ 55 に供給する作用をする。なお、この実施の形態では、高圧精留塔 23 の天井面と、この高圧精留塔 23 の上方に設けた低圧精留塔 28 の底面とを一体化し同一材で形成している。図において、36a は製品窒素ガス取出パイプ 36 内を通る製品窒素ガスを排出用パイプ 48 に送給するパイプである。39A はコールドボックスであり、内部にパーライト等の断熱材が充填され真空吸引されている。それ以外の部分は、図 2 に示す実施の形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

この装置を用い、つぎのようにして窒素ガスおよび酸素ガスを製造することができる。すなわち、図 2 に示す実施の形態と同様にし、空気圧縮機（空気圧縮手段）1 から外部の空気を取り入れ、ここで空気を低圧で圧縮し、水分離器（図示せず）により圧縮された空気中の水分を除去し、その状態で第 1 吸着塔（酸素濃縮手段）2、3 に送り込み、圧縮空気中の窒素ガス、水分、炭酸ガスおよび炭化

水素ガス ($C_n H_m$) 等を吸着除去する。これにより、圧縮空気中の酸素ガスを濃縮する。ついで、第1吸着塔2, 3を経た高濃度酸素含有圧縮空気Xを酸素空気圧縮機(酸素空気圧縮手段)11に導入し、この酸素空気圧縮機11により高濃度酸素含有圧縮空気Xをさらに圧縮し高濃度酸素含有圧縮空気Yとする。つぎに、この高濃度酸素含有圧縮空気Yを主熱交換器21内に送り込んで超低温に冷却し、その状態で高圧精留塔23の下部に導入する。ついで、高圧精留塔23内で、この高濃度酸素含有圧縮空気Yと、低圧精留塔28でつくられた還流液体とを向流接触させて圧縮空気を精留し、窒素と酸素の沸点の差(酸素の大気圧での沸点 $-183^{\circ}C$, 同じく窒素の沸点 $-196^{\circ}C$)により、高濃度酸素含有圧縮空気Y中の高沸点成分である酸素を液化させ、窒素を気体とする。

また、低圧精留塔28の上部に溜まった窒素ガスを製品窒素ガス取出パイプ36から取り出して過冷却器(熱交換器)49に送り込み、主熱交換器21に導入して主熱交換器21で常温近くまで昇温させたのち、製品窒素ガスとして装置外に送り出す。他方、高圧精留塔23の底部に溜った高濃度酸素含有液体空気24を送給パイプ29で過冷却器49に送り込み、ここで冷却した気-液混合状態の高濃度酸素含有液体空気24を低圧精留塔28に送り込み、窒素を気化除去した液体酸素34として低圧精留塔28の底部に溜め、低圧精留塔28底部の凝縮器30を通る窒素ガスと熱交換させて気化させる。この気化させた酸素ガスを製品酸素ガス取出パイプ35から取り出して主熱交換器21に送り込み常温近くまで昇温させたのち、第1製品酸素圧縮機52を経由した製品酸素ガスを低圧製品酸素ガス取出パイプ53により装置外に送り出し、第2製品酸素圧縮機54を経由した製品酸素ガスを高圧製品酸素ガス取出パイプ55により装置外に送り出す。このようにして製品酸素ガスおよび窒素ガスが得られる。

上記のように、この実施の形態でも、図2の実施の形態と同様の作用・効果を奏する。

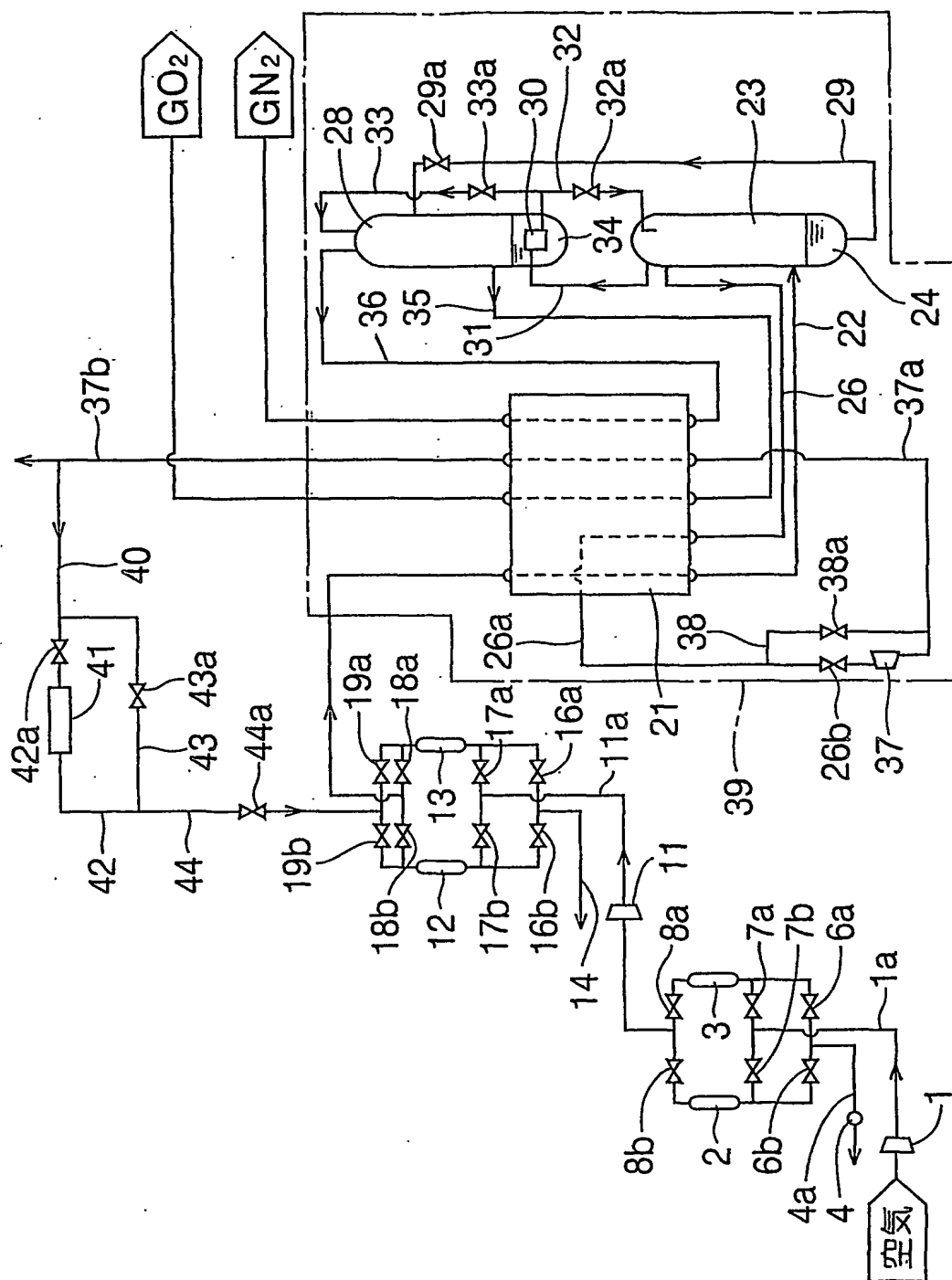
図4は本発明の空気分離装置のさらに他の実施の形態を示している。この実施の形態では、図2に示す実施の形態において、膨脹タービン37に代えて、装置外からタンクローリー等で液体窒素(LN_2)が供給される液体窒素貯槽(図示せず)を用い、その液体窒素を寒冷源としている以外は、実質的に図2に示す装

置と同じである。すなわち、47aは液体窒素貯槽からの液体窒素を、寒冷源として高圧精留塔23の上部に導入する導入パイプであり、この導入パイプ47aから導入された液体窒素と低圧精留塔28下部の凝縮器30で液化された液体窒素の一部とが、高圧精留塔23の上部に導入される。それ以外の部分は、図2に示す実施の形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

図5は本発明の空気分離装置のさらに他の実施の形態を示している。この実施の形態では、図1に示す実施の形態において、空気圧縮機1を経た圧縮空気を第1吸着塔2, 3に送給する第1送給パイプ1aと、第1吸着塔2, 3を経た高濃度酸素含有圧縮空気Xを酸素空気圧縮機11に導入する導入パイプ57（図1には、符号57を付していない）とを、開閉弁（もしくは流量調整弁）58a付き連通パイプ58で連通している。そして、上記開閉弁58aを開弁し、空気圧縮機1、水分離器（図示せず）を経た圧縮空気の一部を上記連通パイプ58を介して直接に（すなわち、第1吸着塔2, 3を経由させずに）導入パイプ57に送り込むとともに、残部を第1吸着塔2, 3を経由させて導入パイプ57に送り込み、この導入パイプ57で両者を合流させて、連通パイプ58を介して導入パイプ57に導入した圧縮空気の一部で、第1吸着塔2, 3を経由させて導入パイプ57に導入した圧縮空気の残部の酸素ガスの濃度を薄めるようにしている。それ以外の部分は、図1に示す実施の形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。この実施の形態でも、図1に示す実施の形態と同様の作用・効果を奏する。しかも、高圧精留塔23の下部に供給される圧縮空気中の酸素ガスの濃度が低くなり、製品酸素ガス量を少なくすることができる。したがって、製品酸素ガス量を低減させたいときには、これに対応することができる。なお、このような開閉弁58a付き連通パイプ58は、図2～図4に示す実施の形態においても、用いることができる。

請求の範囲

1. 外部より空気を取り入れて低圧で圧縮する空気圧縮手段と、この空気圧縮手段によって圧縮された圧縮空気中の酸素ガスを濃縮する酸素濃縮手段と、この酸素濃縮手段を経た高濃度酸素含有圧縮空気Xをさらに圧縮する酸素空気圧縮手段と、この酸素空気圧縮手段を経た高濃度酸素含有圧縮空気Yを冷却する熱交換器と、この熱交換器を経由し低温に冷却された高濃度酸素含有圧縮空気Yを各成分ガスの沸点差を利用して分離し酸素ガスを取り出す精留塔とを備えたことを特徴とする空気分離装置。
2. 上記酸素濃縮手段を、圧縮空気中の窒素ガスを吸着する吸着剤を収容する吸着塔とし、上記吸着剤で圧縮空気中の水分等の不純物をも除去するようにした請求項1記載の空気分離装置。
3. 酸素空気圧縮手段と熱交換器との間に、高濃度酸素含有圧縮空気Y中の不純物を除去する除去手段を設けた請求項1または2記載の空気分離装置。
4. 酸素濃縮手段を経た高濃度酸素含有圧縮空気Xを酸素空気圧縮手段に導入する導入路に、空気圧縮手段によって圧縮された圧縮空気の一部を、酸素濃縮手段を経由させることなく、直接供給するようにした請求項1～3のいずれか一項に記載の空気分離装置。



1.
2.
3.
4.

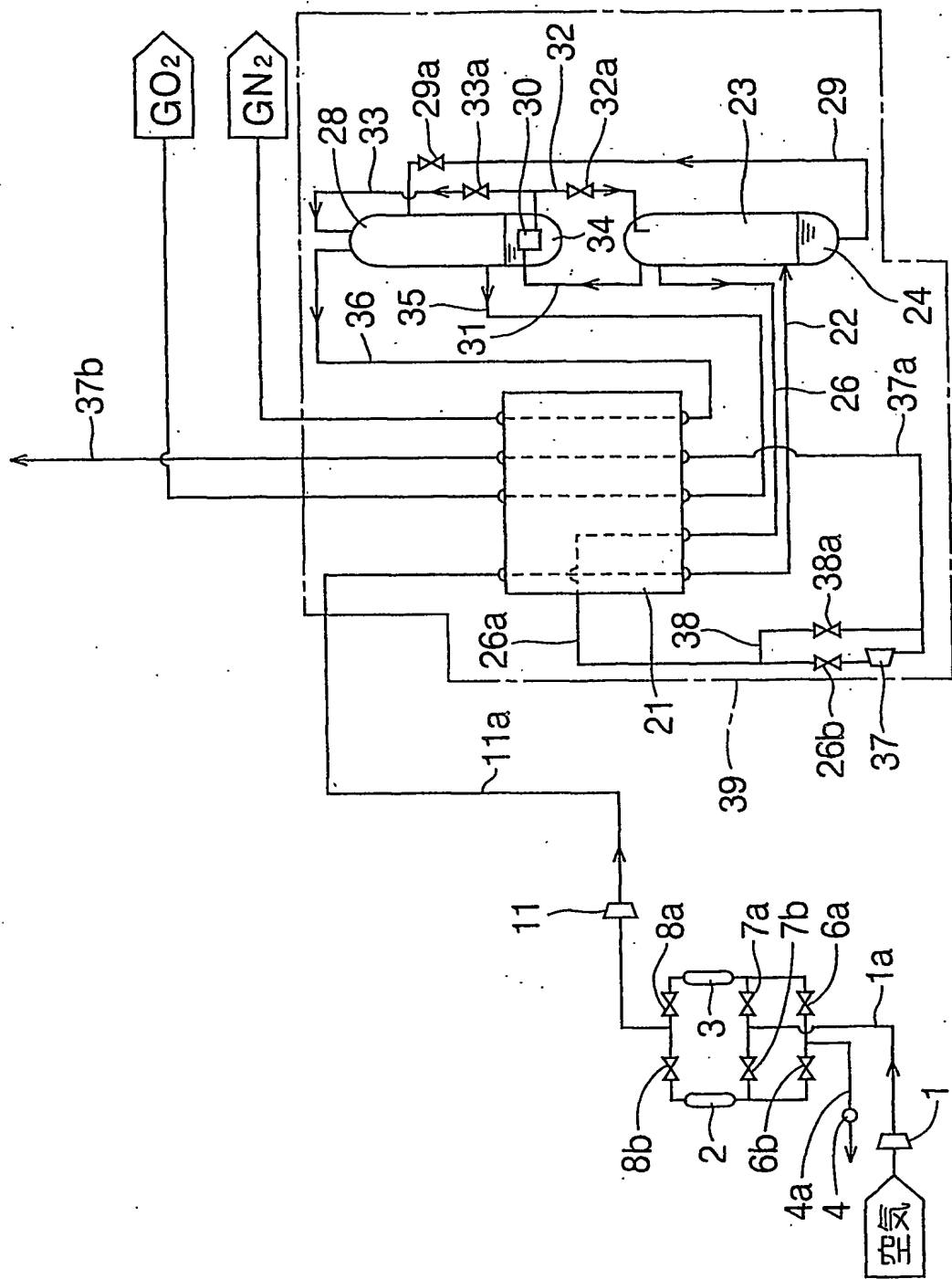


Fig. 2

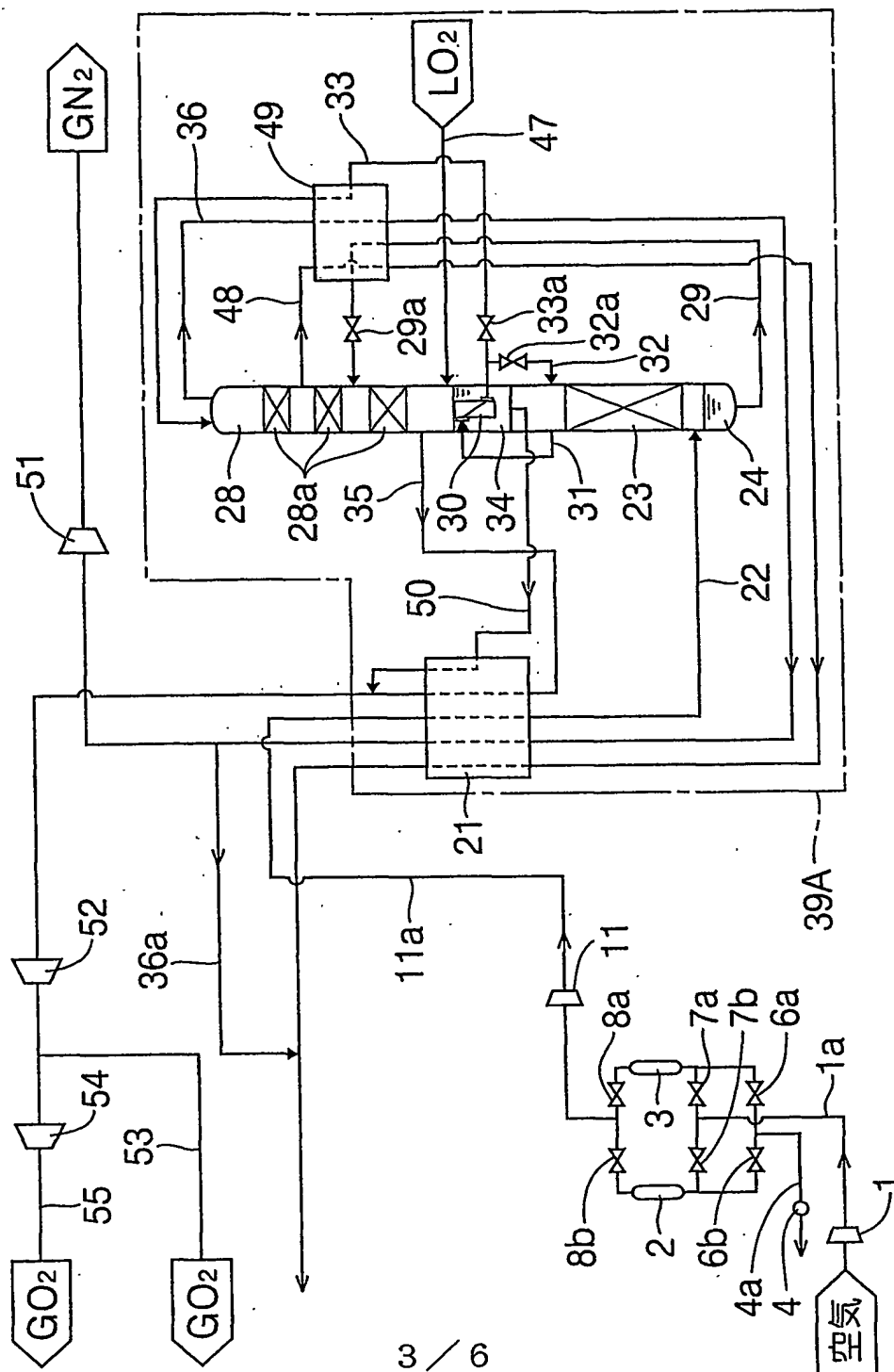


Fig. 3

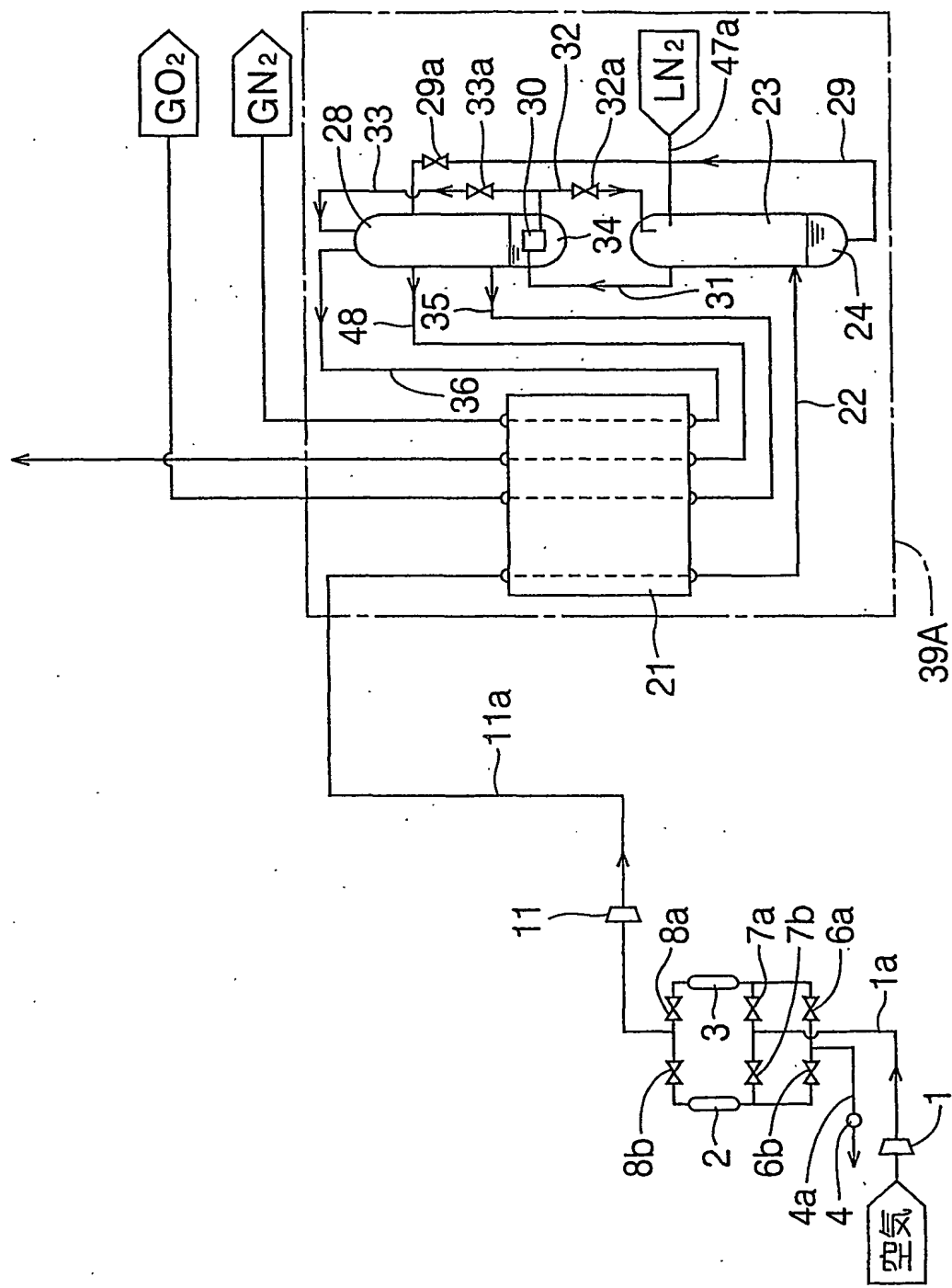


Fig. 4

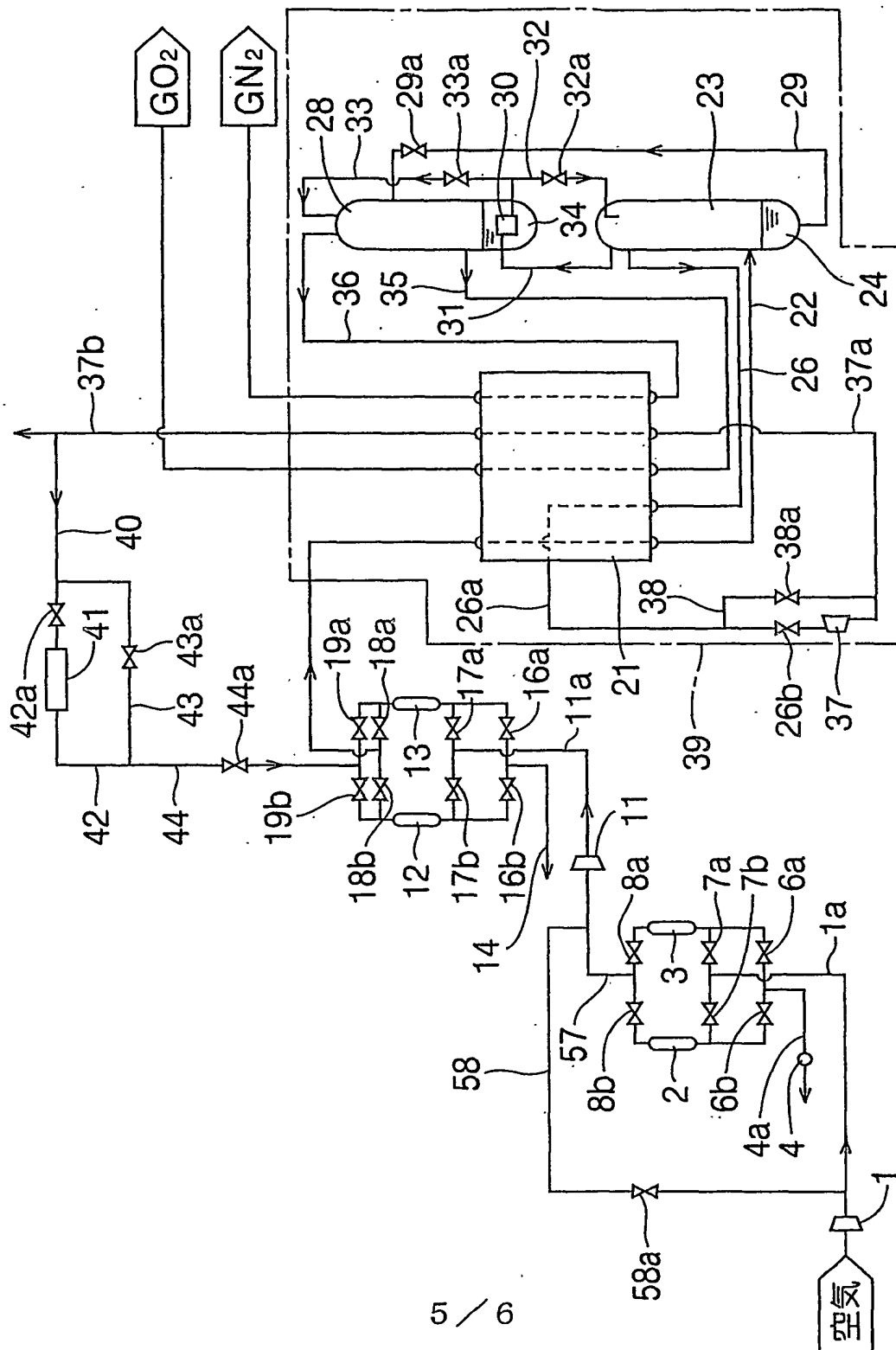


Fig. 5

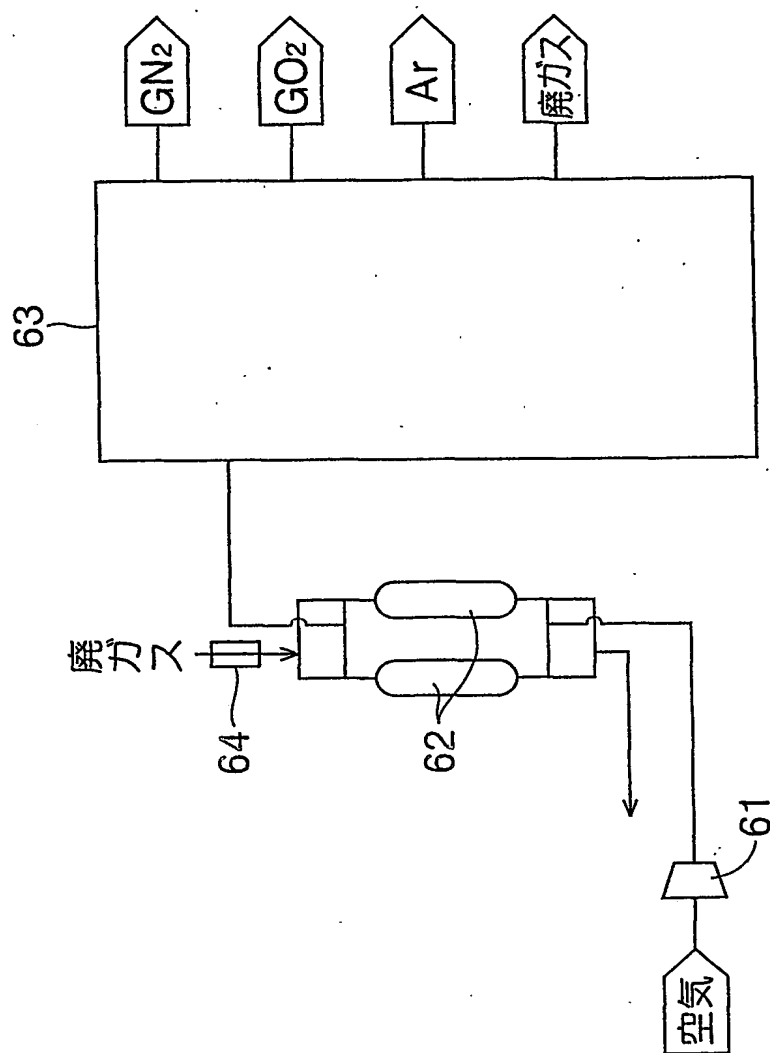


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004145

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F25J3/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F25J3/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y | JP 61-24970 A (Daido Sanso Kabushiki Kaisha), 03 February, 1986 (03.02.86), Claims; page 2, upper right column, line 8 to page 3, lower right column, line 15 (Family: none) | 1-4 |
| Y | JP 11-325718 A (Nippon Sanso Corp.), 26 November, 1999 (26.11.99), Claims; page 3, Par. Nos. [0009] to [0016] (Family: none) | 1-4 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents: | "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
29 June, 2004 (29.06.04)

Date of mailing of the international search report
13 July, 2004 (13.07.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004145

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y | JP 57-41565 A (Air Products and Chemicals, Inc.), 08 March, 1982 (08.03.82), Claims; page 3, lower right column, line 1 to page 4, lower right column, line 7 & EP 0044679 A1 & US 4372764 A1 | 3, 4 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F 25 J 3 / 04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F 25 J 3 / 04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|-----------|
| 日本国実用新案公報 | 1926-1996 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2004 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2004 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2004 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリ* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Y | JP 61-24970 A(大同酸素株式会社), 1986.02.03, 特許請求の範囲, 第2頁右上欄第8行-第3頁右下欄第15行, (ファミリーなし) | 1-4 |
| Y | JP 11-325718 A(日本酸素株式会社), 1999.11.26, 特許請求の範囲, 第3頁段落【0009】-第3頁段落【0016】, (ファミリーなし) | 1-4 |
| Y | JP 57-41565 A(エア・プロダクツ・アント・ケミカルズ・インコーポレイテッド), 1982.03.08, 特許請求の範囲, 第3頁右下欄第1行-第4頁右下欄第7行 & EP 0044679 A1 & US 4372764 A1 | 3, 4 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.06.2004

国際調査報告の発送日

13.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新居田 知生

4Q

8618

電話番号 03-3581-1101 内線 6424